



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 10 945 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
A 61 B 5/12
G 09 B 23/28

②1 Aktenzeichen: 101 10 945.8
②2 Anmeldetag: 7. 3. 2001
④3 Offenlegungstag: 16. 5. 2002

DE 101 10 945 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 **Anmelder:**
Siemens Audiologische Technik GmbH, 91058
Erlangen, DE

⑦4 **Vertreter:**
Zedlitz, P., Dipl.-Inf.Univ., Pat.-Anw., 80331
München

⑦2 **Erfinder:**
Heichel, Roland, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH), 91056
Erlangen, DE; Kachler, Manfred, M.A., 90427
Nürnberg, DE; Rohrseitz, Kristin, Dr. rer.nat.,
Dipl.-Biol., 90522 Oberasbach, DE

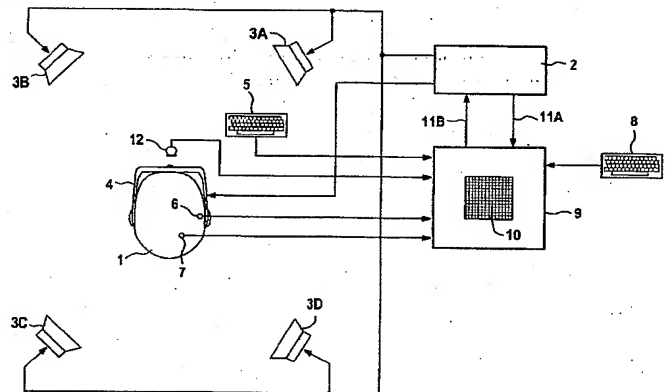
⑤6 **Entgegenhaltungen:**
DE 196 18 019 A1
DE 196 18 017 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Verfahren und Apparatur zur Simulation des Hörvermögens einer Person**

⑤7 Zur Simulation des Hörvermögens einer Person (1), insbesondere eines Schwerhörigen, wird zunächst das Hörvermögen der Person (1) erfasst. Nachfolgend werden Testsignale an das so ermittelte Hörvermögen angepasst und einem Dritten, insbesondere Normalhörenden, dargeboten. Dieser bekommt dadurch einen realistischen Eindruck vom Hörvermögen der Person (1).



DE 101 10 945 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Apparatur zur Simulation des Hörvermögens einer Person.

[0002] Es ist eine Vielzahl an Verfahren und Apparaturen zum Erfassen und Quantifizieren des Hörvermögens einer Person bekannt. Angehörige der Person haben jedoch keine Möglichkeit zu erfahren, wie die Person ihre Umgebung tatsächlich akustisch wahrnimmt. Ein Hörverlust wurde Dritten, z. B. Angehörigen eines Schwerhörigen, bislang lediglich anhand eines Audiogramms erläutert. Basis hierfür war die Qualifikation und Erfahrung des Beurteilers, z. B. eines Hörgeräteakustikers, HNO-Arzt usw. Dritten ist es jedoch kaum möglich, aus dieser Beurteilung einen Eindruck vom Hörvermögen der Person zu gewinnen.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Apparatur anzugeben, die es ermöglichen, Dritten einen Eindruck vom Hörvermögen einer Person zu vermitteln.

[0004] Die Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Die einzelnen Verfahrensschritte können dabei auch in einer anderen Reihenfolge als der beschriebenen ausgeführt werden. Vorteilhafte Verfahrensvarianten sind in den Patentansprüchen 2-8 angegeben. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch eine Apparatur gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 9. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Patentansprüchen 10-16 angegeben.

[0005] Bei dem Verfahren zur Simulation des Hörvermögens einer Person, insbesondere eines Schwerhörigen, wird zunächst das Hörvermögen dieser Person erfasst. Hierfür sind eine Vielzahl an Testverfahren und Apparaturen bekannt, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Wichtig für das Verfahren gemäß der Erfindung ist, dass das Hörvermögen möglichst umfassend getestet wird. Hierfür können der Person realtypische Umgebungssituationen präsentiert werden. Derartige Situationen sind beispielsweise eine Gesprächssituation mit einer oder mehreren weiteren beteiligten Personen, eine Gesprächssituationen in einer Umgebung mit Störgeräuschen, der Aufenthalt im Auto, im Straßenverkehr usw. Diese Situationen werden vorzugsweise in einem eigens dafür eingerichteten Raum, dem sogenannten Messraum, präsentiert, wobei auf eine möglichst unverfälschte Wiedergabe der entsprechenden Situationen geachtet werden sollte. Vorteilhaft ist der Messraum mit einem akustischen Surround-System ausgestattet und auch eine visuelle Unterstützung zur Simulation der entsprechenden Situationen ist wünschenswert. Hierzu kann die Person während des Tests z. B. eine 3D-Video-brille tragen. Dadurch wird die Person in eine virtuelle Situation versetzt, die kaum von einer entsprechenden realen Situation zu unterscheiden ist.

[0006] Aus den in der oben beschriebenen Weise vorgenommenen Untersuchungen werden Kenngrößen abgeleitet, die das Hörvermögen der betreffenden Person möglichst umfassend charakterisieren. Um Dritten, beispielsweise Angehörigen der Person, einen Eindruck vom Hörvermögen der betreffenden Person zu vermitteln, werden Testsignale bereit gestellt. Diese Testsignale können mit den Hörsituationen übereinstimmen, die der Person zum Erfassen ihres Hörvermögens dargeboten wurden. Nachfolgend werden die Testsignale an das Hörvermögen der Person angepasst, d. h., sie werden so verändert, dass ein Normalhörender den gleichen Höreindruck gewinnt, den die Person auf die dargebotenen Testsignale hat. Werden die angepassten Testsignale dann einem Dritten präsentiert, so gewinnt dieser einen Eindruck vom Hörvermögen der Person.

[0007] Die Darbietung der Testsignale kann in der gleichen

Umgebung stattfinden und die gleichen Situationen darstellen, die auch der Person zum Erfassen ihres Hörvermögens dargeboten worden sind. Die dabei erzeugte virtuelle Realität stimmt möglichst genau mit realen Situationen überein.

[0008] Vorzugsweise wird dem Dritten abwechselnd ein unverändertes Testsignal sowie das entsprechende, an das Hörvermögen der Person angepasste Testsignal präsentiert, so dass der Unterschied infolge des direkten Vergleichs möglichst gut erkennbar ist.

[0009] Bei einer Ausführungsform der Erfindung erstellt man zur Charakterisierung des Hörvermögens der Person zunächst ein Audiogramm. Hierzu werden in mehreren Frequenzbereichen die Hörschwelle und die Unbehaglichkeitsschwelle der Person erfasst und in das System eingebracht. Die Durchführung dieses Hörtests kann automatisch erfolgen, z. B. gesteuert durch eine interaktive Software, oder manuell in Verbindung mit wenigstens einer weiteren Person, z. B. einem Akustiker. Auch eine Kombination aus diesen beiden Möglichkeiten kommt in Betracht. Die Anpassung der Testsignale erfolgt dann unter Berücksichtigung der so gewonnenen Daten. Dabei werden Signalanteile, die unterhalb der Hörschwelle liegen, aus dem Testsignal herausgefiltert und Signalanteile, die oberhalb der Unbehaglichkeitsschwelle liegen, so weit verstärkt, dass sie auch ein Normalhörender als unerträglich laut empfindet.

[0010] Die Charakterisierung des Hörvermögens einer Person allein aus den Daten des Audiogramms ist in der Regel jedoch wenig aussagekräftig. Beispielsweise gibt sie die Situation, dass Sprache zwar gehört, jedoch nicht verstanden wird, nur vollkommen unzureichend wieder. Daher werden bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung auch sprachaudiometrische Untersuchungen an der Person vorgenommen. Die daraus gewonnenen Kenngrößen werden dann ebenso bei der Anpassung der Testsignale berücksichtigt. Sprachaudiometrische Untersuchungen umfassen Satztests, Reimtests usw. und geben allgemein Aufschluss über das Verständnis von Sprache. Ergibt ein derartiger Test beispielsweise, dass Sprache nur zu 50% verstanden wird, so werden die Testsignale dahingehend angepasst, dass ein Normalhörender die im Testsignal enthaltene Sprache im Mittel ebenfalls nur zu 50% verstehen kann.

[0011] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung werden psychoakustische Kenngrößen der Person gewonnen und bei der Anpassung und Darbietung von Testsignalen berücksichtigt. Diese Kenngrößen können beispielsweise den Komforteindruck oder die Lautstärkewahrnehmung der Person charakterisieren. So kann es sein, dass ein Schwerhöriger "leise" Signale nicht wahrnimmt, Signale mit mittlerer Lautstärke als "leise" empfindet und "laute" Signale ähnlich laut empfindet wie ein Normalhörender. Dieses Empfinden wird dann auf die Testsignale übertragen. Als weiteres Beispiel derartiger Kenngrößen seien die zeitliche Auflösung oder Überdeckungseffekte genannt. Diese geben Auskunft darüber, ob kurz aufeinander folgende Signale noch als getrennte Signale wahrnehmbar sind oder für welche Zeitdauer leise Signale nach einem vorausgehenden lauten Signal nicht wahrgenommen werden können. Auch derartige Untersuchungsergebnisse werden vorteilhaft zur Anpassung der Testsignale herangezogen.

[0012] Da zu einer möglichst umfassenden Charakterisierung des Hörvermögens einer Person eine Vielzahl objektiver Messwerte sowie subjektiver Empfindungen der Person zu berücksichtigen sind, ist die Erstellung eines mathematischen Zusammenhangs zur Quantifizierung des Hörvermögens kaum möglich. Daher erfolgt die Quantifizierung des Hörvermögens vorteilhaft unter Verwendung von Fuzzy-Logik und/oder einer neuronalen Struktur bei der Signalver-

arbeitung. Darüberhinaus kann die Quantifizierung des Hörvermögens auch unter Einbeziehung von Expertenwissen erfolgen. Ebenso wie die Erfassung des Hörvermögens ist auch die Anpassung der Testsignale an das so ermittelte Hörvermögen nur schwer mathematisch zu beschreiben. Deshalb erfolgt auch hier die Signalverarbeitung vorzugsweise unter Verwendung von Fuzzy-Logik und/oder neuronalen Strukturen. Auch hierbei kann Expertenwissen mit einbezogen werden.

[0013] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Ermittlung des Hörvermögens einer Person und die Simulation des so ermittelten Hörvermögens mit ein und derselben Apparatur. Der Person werden Testsignale dargeboten und objektive sowie subjektive Kenngrößen als Reaktion auf die dargebotenen Stimuli erfasst. Daraus ermittelt das System Kenngrößen zur Quantifizierung des Hörvermögens der Person. An die so ermittelten Kenngrößen werden wiederum die Testsignale zur Simulation des Hörvermögens der Person angepasst und die so veränderten Testsignale einem Dritten unter Verwendung derselben Apparatur dargeboten.

[0014] Bei einer Weiterentwicklung kann das System auch zur Anpassung eines Hörhilfegerätes an den Schwerhörigen verwendet werden. Dazu werden aus der mit dem System gewonnenen umfassenden Charakterisierung des Hörvermögens Parameter zur Einstellung eines Hörhilfegerätes zur Versorgung der Person bestimmt. Vorteilhaft kann dann auch die Wirkung des Hörhilfegerätes unter Berücksichtigung der ermittelten Parameter mit in die Simulation einbezogen werden. Ein Dritter erhält dann auch die Möglichkeit, einen Eindruck davon zu gewinnen, wie eine Person ihre Umgebung akustisch wahrnimmt, wenn sie mit einem bestimmten Hörhilfegerät versorgt ist.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben. Dabei zeigt die Figur ein System zum Erfassen des Hörvermögens einer Person sowie zur Simulation des Hörvermögens.

[0016] Mit dem in der Figur schematisch dargestellten System ist das Hörvermögen einer schwerhörigen Person 1 erfassbar. Zum Bereitstellen von Testsignalen weist das System eine Stimulationseinheit 2 auf. Ein akustisches Surround-System mit den Lautsprechern 3A, 3B, 3C und 3D sowie eine 3D-Videobrille 4 sorgen für eine möglichst gute Nachbildung realistischer Umgebungssituationen. Um das Hörvermögen der Person 1 zu charakterisieren, werden subjektive und objektive Reaktionen der Person 1 auf die Stimuli erfasst und ausgewertet. Im Einzelnen können dies subjektive Empfindungen der Person 1 auf die dargebotenen Stimuli sein, die z. B. über eine Eingabeeinheit 5 erfasst werden. Ferner können über den Sensor 6 im äußeren Gehörgang der Person 1 der Schalldruckpegel vor dem Trommelfell oder otoakustische Emissionen gemessen werden. Auch die Messung von Gehirnstammpotenzialen als Reaktion auf die dargebotenen Stimuli mittels eines Sensors 7 ist vorgesehen. Über eine weitere Eingabeeinheit 8 können auch von einer weiteren Person, z. B. einem Akustiker, Eingaben zur Charakterisierung des Hörvermögens der Person 1 in das System eingebracht werden. Eine Prozessoreinheit 9 dient zur Datenverarbeitung sowie zur Steuerung des Gesamtsystems. Die Prozessoreinheit 9 im Ausführungsbeispiel umfasst ein neuronales Netz 10 zum Quantifizieren der in das System eingebrachten Eingaben. Mit dem so gearteten System können durch Darbietung zweckmäßiger Stimuli unterschiedliche Tests zur Charakterisierung des Hörvermögens der Person 1 durchgeführt werden. Unter anderem sind dies Tests zum Erzeugen eines Audiogramms einer Person, welches die Hörschwelle und die Unbehaglichkeitsschwelle in unterschiedlichen Frequenzbereichen widerspiegelt. Fer-

ner sind z. B. zum Ermitteln der Sprachverständlichkeit auch sprachaudiometrische Tests durchführbar. Zur möglichst komfortablen Durchführung derartiger Tests ist das System mit einem Mikrofon 12 ausgestattet, welches Spracheingaben der Person 1 zur Verarbeitung in der Prozessoreinheit 9 gestattet. So können über die Lautsprecher 3A bis 3D ausgegebene Sätze von der Person 1 so wie sie sie verstanden hat – nachgesprochen und mittels automatischer Spracherkennung in der Prozessoreinheit 9 ausgewertet werden. Aus den der Prozessoreinheit 9 zugeführten Eingaben berechnet diese Kenngrößen bezüglich des Hörvermögens der Person. Nun wird in dasselbe System anstelle der Person eine andere Person gesetzt, die einen Eindruck vom Hörvermögen der schwerhörigen Person 1 gewinnen möchte. In der Stimulationseinheit 2 des Systems bereitgestellte Testsignale können mit den Testsignalen zum Ermitteln des Hörvermögens des Schwerhörigen übereinstimmen. Sie werden mit Hilfe der ermittelten Kenngrößen zur Charakterisierung des Hörvermögens des Schwerhörigen dann derart an dessen Hörvermögen angepasst, so dass für den normalhörenden Dritten der gleiche Höreindruck entsteht, den der Schwerhörige auf die dargebotenen Testsignale hat. Die Stimulationseinheit 2 und die Prozessoreinheit 9 sind hierzu über die Signalpfade 11A und 11B miteinander verbunden. Das System gemäß dem Ausführungsbeispiel ist dazu ausgebildet, dass es sich bei der Person 1 sowohl um einen Schwerhörigen handeln kann, dessen Hörvermögen getestet werden soll, als auch um einen Normalhörenden Dritten, der einen Eindruck vom Hörvermögen des Schwerhörigen gewinnen möchte.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Prozessoreinheit 9 die Wirkung verschiedener Hörhilfegeräte simulieren. So kann beispielsweise über die Eingabeeinheiten 5 oder 8 ein bestimmtes Hörhilfegerät ausgewählt werden. Dann erfolgt die Anpassung der über die Stimulationseinheit 2 dargebotenen Testsignale in der Prozessoreinheit 9 unter Berücksichtigung der Wirkungsweise dieses Hörhilfegerätes. Dies ermöglicht es dem Dritten, einen Eindruck vom Hörvermögen der Person 1 sowohl mit Unterstützung durch ein Hörhilfegerät als auch ohne Hörhilfegerät zu vermitteln.

[0018] Zusammenfassend wird also zur Simulation des Hörvermögens einer Person 1, insbesondere eines Schwerhörigen, zunächst das Hörvermögen der Person 1 erfasst. Nachfolgend werden Testsignale an das so ermittelte Hörvermögen angepasst und einem Dritten, insbesondere Normalhörenden, dargeboten. Dieser bekommt dadurch einen realistischen Eindruck vom Hörvermögen der Person 1.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Simulation des Hörvermögens einer Person (1) mit folgenden Schritten:

- Erfassen und Quantifizieren des Hörvermögens der Person (1)
- Bereitstellen von Testsignalen,
- Anpassen der Testsignale an das ermittelte Hörvermögen der Person (1),
- Präsentieren der angepassten Testsignale zur Simulation des Hörvermögens der Person (1) gegenüber einem Dritten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zum Erfassen und Quantifizieren des Hörvermögens ein Audiogramm der Person (1) erstellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anpassung der Testsignale unter Berücksichtigung psychoakustischer Kenngrößen bzgl. des Hörvermögens der Person (1) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Anpassung der Testsignale unter Berücksichtigung von Kenngrößen der Sprachaudiometrie erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zum Erfassen des Hörvermögens der Person (1) Mittel zur Erzeugung einer virtuellen Realität angewandt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Quantifizierung des Hörvermögens der Person (1) unter Verwendung von Fuzzy-Logik und/oder einer neuronalen Struktur erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Änderung der Testsignale zur Anpassung an des Hörvermögen der Person (1) unter Verwendung von Fuzzy-Logik und/oder einer neuronalen Struktur erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zum Erfassen und Quantifizieren des Hörvermögens der Person (1) und/oder zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1) Expertenwissen einbezogen wird.
9. Apparatur zur Simulation des Hörvermögens einer Person (1), umfassend:
Mittel zum Erfassen audiologischer Kenngrößen der Person (1),
Mittel zum Bereitstellen von Testsignalen,
Mittel zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1),
Mittel zum Präsentieren der angepassten Testsignale gegenüber einem Dritten.
10. Apparatur nach Anspruch 9, mit Mitteln zum Erstellen eines Audiogramms zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1).
11. Apparatur nach Anspruch 9 oder 10, mit Mitteln zum Gewinnen psychoakustischer Kenngrößen zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1).
12. Apparatur nach einem der Ansprüche 9 bis 11, mit Mitteln zum Gewinnen sprachaudiometrischer Kenngrößen zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1).
13. Apparatur nach einem der Ansprüche 9 bis 12 mit Mitteln zur Erzeugung einer virtuellen Realität zum Erfassen des Hörvermögens der Person (1).
14. Apparatur nach einem der Ansprüche 9 bis 13 mit einer Signalverarbeitungseinheit (9), die zum Erfassen des Hörvermögens der Person (1) Fuzzy-Logik und/oder eine neuronale Struktur (10) umfasst.
15. Apparatur nach einem der Ansprüche 9 bis 14 mit einer Signalverarbeitungseinheit (9); die zum Anpassen der Testsignale an das Hörvermögen der Person (1) Fuzzy-Logik und/oder eine neuronale Struktur (10) umfasst.
16. Apparatur nach einem der Ansprüche 9 bis 15, mit einem Expertensystem zum Erfassen und Quantifizieren des Hörvermögens der Person (1) und/oder zum Anpassen der Testsignale an des Hörvermögen der Person (1).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

